

Pôle Grenoblois d'Etudes et de Recherche sur les Risques Naturels

Programme de recherche 2000

Analyse critique de réseaux hydrométéorologiques existants

Quels enseignements pour l'agglomération grenobloise ?

Didier RICHARD – *Cemagref* - unité de recherche « Erosion torrentielle, Neige et Avalanches »

Charles OBLED – Laboratoire d'étude des Transferts en Hydrologie et Environnement

Décembre 2001

• Contexte de l'étude

Des études ont été réalisées dans le cadre de l'élaboration du schéma directeur de la région grenobloise, relativement à la prise en compte des risques naturels, notamment le risque torrentiel et les crues des ruisseaux péri-urbains dans ce schéma. Une grande incertitude règne en effet concernant l'estimation des débits liquides de crue des cours d'eau torrentiels et des ruisseaux qui descendent dans la cuvette grenobloise et tout le long des branches du Y grenoblois. Les estimations disponibles au travers des diverses études réalisées par le passé par différents bureaux d'études, diffèrent quelquefois dans un rapport de 1 à 3 selon les experts.

Un travail préliminaire a été engagé en 1999, en collaboration avec le LTHE et EDF-DTG, qui comprenait deux principaux volets complémentaires :

- ✓ Inventaire critique des études hydrologiques réalisées à ce jour ;
- ✓ Inventaire le plus exhaustif possible des données pluvio-hydrométriques disponibles, même de courtes durées.

Compte tenu de la pauvreté des données disponibles, on constate que les chargés d'études n'ont pas eu vraiment le choix dans les méthodes utilisables, qui sont toutes des méthodes sommaires entachées de fourchettes d'incertitude importantes. Cette conclusion a été confirmée par un essai d'adaptation d'une méthode plus élaborée (le gradex) au cas des bassins versants à peu de données (données de pluies journalières uniquement). Il en ressort que la plus-value apportée par l'utilisation de ce genre de méthode dans des conditions " dégradées " de disponibilité de données est mineure par rapport à l'utilisation de formules sommaires.

L'inventaire des données existantes se caractérise aussi par une grande dispersion entre organismes dont aucun n'a une réelle vocation d'agglomération : par exemple on trouve un pluviomètre enregistreur auprès de MétéoFrance, un autre auprès du CEA, de l'EDF, etc.,

pour moins d'une dizaine au total. Les débits des ruisseaux ou torrents, encore plus rarement mesurés, le sont par la DDAF, l'Université, l'EDF, sans vision d'ensemble ni archivage concerté. Une conclusion s'est donc rapidement imposée : on ne progressera pas significativement avec le peu de données dont on dispose. En conséquence il paraît clair que cela restera très insuffisant pour satisfaire la demande en aménagement, et qu'il faut également travailler dès maintenant à la définition d'un réseau de mesures adapté.

- **Méthode**

Cette étude, réalisée en collaboration avec le LTHE, consistait en l'analyse des efforts faits en matière d'implantation de réseaux de mesure dans des agglomérations de taille comparable à l'agglomération grenobloise, présentant si possible un environnement géomorphologique assez proche (montagne ou relief marqué). Cette étude a consisté à faire, à partir d'interviews, une synthèse des critères de décision qui ont conduit à l'implantation des réseaux de mesure, ainsi que des usages et des bénéfices retirés par les utilisateurs de ces réseaux, (éventuellement à différentes étapes de la mise en place de ceux-ci, puisqu'en général, un réseau n'est pas immédiatement productif). Les agglomérations suivantes ont servi de support à notre analyse : Ville de Marseille, District Urbain de Nancy, Communauté Urbaine de Lyon, Communauté Urbaine de Lille et à l'étranger Canton de Genève.

- **Synthèse des pratiques**

La mise en place d'un réseau de mesures s'est toujours avérée une démarche assez longue et parfois difficile à initier, marquée par des tâtonnements sur les matériels et la densité d'appareils souhaitables. Nous avons pu le constater à la Communauté Urbaine de Marseille, celle du Grand Nancy, à la DIREN Lorraine, au Canton de Genève, à la Communauté Urbaine de Lille et à celle du Grand Lyon. Ces diverses expériences, récoltées directement auprès des gestionnaires de réseaux nous ont permis d'établir un bilan des motivations, des arguments utilisés pour obtenir l'implantation d'un réseau de mesures, mais également d'évaluer les moyens alloués et les problèmes rencontrés lors d'une telle démarche.

Les motivations

Pour chaque agglomération, les justifications pour la mise en place d'un réseau de mesures ont été diverses et souvent différentes. On verra donc tout l'intérêt qu'il y a à dégager des éléments fédérateurs à l'échelle de l'agglomération mais en général spécifiques à celle-ci. L'un des rares critères communs nécessaires pour lancer le réseau a été de présenter au moins partiellement une utilité immédiate pour les services gestionnaires ou pour les élus.

Alors qu'on aurait pu imaginer d'implanter une instrumentation, d'abord dans une optique de long terme et d'optimisation des dimensionnements, puis ensuite de gestion globale avec un souci de large couverture géographique, celle-ci a toujours été initiée pour répondre à des problèmes un peu locaux et particuliers. Pour démarrer, les élus semblent en général avoir été plus sensibles à la pression de leurs administrés face à des problèmes récurrents, plutôt qu'à une argumentation technique justifiée par l'évolution urbaine, la protection de l'aval lointain ou la réglementation.

Si l'on considère "objectivement" et a posteriori les problématiques pouvant justifier la mise en place ou l'extension d'un réseau de mesures, on trouve parmi les plus récurrentes :

- ✓ la gestion des inondations (surveillance, alerte, connaissance et dimensionnement d'ouvrages de protection), provenant soit de la défaillance du réseau d'assainissement, soit des ruisseaux,
- ✓ l'amélioration et l'optimisation du fonctionnement du réseau d'assainissement (pompages, mises en charge, déversements) et des stations de traitement des eaux usées,
- ✓ la surveillance de la qualité de l'eau (cours d'eau, lac et mer), ainsi que celle des rejets au milieu récepteur,
- ✓ la création d'une base de données, pour améliorer la connaissance climatologique des pluies, celle des phénomènes hydrologiques et hydrauliques dans le réseau et surtout,
- ✓ alimenter les modélisations mathématiques permettant une meilleure connaissance et un meilleur diagnostic du réseau
- ✓ la réalisation d'études prospectives à moyen terme visant à proposer des renforcements et à dimensionner de nouveaux ouvrages.

Un argument fort et consensuel en faveur de tels réseaux pourrait être trouvé dans la Loi sur l'Eau de 1992. En effet, celle-ci a imposé de nouvelles réglementations, quant à la protection de l'eau contre toute pollution et engendré de nouvelles normes quant aux déversements au milieu naturel et au fonctionnement des stations d'épuration. Un décret de décembre 1994 a même imposé une obligation d'auto surveillance.

Son respect aurait donc dû être une source de motivation pour l'extension et l'amélioration de réseaux de mesures. Curieusement, il ne semble pas que son effet ait été déterminant auprès des décideurs politiques, moins sensibles que les services techniques, gestionnaires de l'Eau et de l'Assainissement à une telle obligation et aux risques de contentieux afférents.

En fait, les vrais éléments déclencheurs se sont révélés être selon les cas :

1. Les inondations :

- ✓ par les dommages qu'elles causent aux particuliers et aux entreprises et par le sentiment d'insécurité qui en découle
- ✓ par les dégâts qu'elles causent aux infrastructures de transport : le Métro à Lille et à Marseille, le TGV à Nancy,
- ✓ mais aussi les dysfonctionnements, très mal perçus par le public, de certains équipements, comme les rocade urbaines (VRU à Lille).

2. Les pollutions de l'eau :

- ✓ non pas tant en terme de non respect de la législation ou de danger pour la ressource en eau ou les écosystèmes,
- ✓ mais plutôt en terme d'impacts négatifs sur l'image de l'agglomération et de l'activité touristique et économique qui lui est associée.

Exemples : pollution de la plage du Prado à Marseille, du Lac Léman à Genève ou encore de la Promenade des Anglais à Nice.

D'autres éléments, spécifiques aussi à certaines agglomérations, ont également motivé l'implantation d'un réseau de mesures, c'est le cas des réglementations transfrontalières. Par exemple :

- ✓ la Communauté Urbaine de Nancy et la DIREN Lorraine, vis à vis de la Meurthe et de la Moselle,
- ✓ la Communauté Urbaine de Lille, avec la Lys et l'Escaut,
- ✓ le Canton de Genève et le Rhône.

Dans ce cas les services gestionnaires du réseau de mesures utilisent les données dont ils disposent pour surveiller la qualité de l'eau, afin de préserver les cours d'eau des pays voisins parfois utilisés comme réserve d'eau potable (cas de Lille à la frontière avec la Belgique), et notamment en période d'étiage. Le Canton de Genève utilise pour sa part des capteurs frontaliers pour mesurer les débits des cours d'eau aux entrées et sorties de son périmètre. En effet dans ces derniers cas, les contentieux risquent d'être transfrontaliers...

Enfin, il arrive que des incitations fortes émanent des services de l'Etat comme une préfecture de région, mais c'est encore rare.

Ensuite, d'autres intérêts et d'autres motivations peuvent apparaître, mais plus tardivement, une fois le réseau déjà mis en place. Celles-ci apparaissent résident dans la possibilité de mettre des bases de données à disposition d'organismes extérieurs, comme les bureaux d'études et les communes. C'est le cas de la Communauté Urbaine du Grand Lyon, de celle de Marseille et du Grand Nancy.

Il devient vite évident que les bureaux d'études peuvent mieux travailler et éprouvent moins de raisons de « se couvrir » en surdimensionnant. D'où un retour d'investissement.

D'autres villes vont jusqu'à susciter des recherches auprès des universités grâce à ces bases de données. C'est le cas de la Communauté Urbaine du Grand Lyon qui a réalisé des partenariats avec l'INSA et les Universités de Lyon II et III, ou de la Communauté Urbaine du Grand Nancy, avec l'Université de Nancy et l'Ecole de Géologie.

Un autre usage de ces données, qui n'était pas explicitement prévu, est apparu dans le cadre des contentieux avec des riverains des cours d'eau ou du réseau d'assainissement. Par exemple, la Communauté Urbaine de Marseille utilise ses données comme éléments de preuve. Elle les utilise aussi dans le cadre des déclarations de catastrophes naturelles. Parallèlement, les compagnies d'assurances sollicitent de plus en plus de données pour l'indemnisation des dégâts. A l'avenir, ce type de demandes risque d'être de plus en plus fréquent.

Une justification a posteriori apparaît aussi dans une optique à plus long terme, orientée à la fois vers la connaissance et le dimensionnement d'ouvrages. Par exemple les données de leurs réseaux pluviométriques ont permis à la Direction de l'Eau et de l'Assainissement de Nancy, tout comme à celle de Marseille et de Lyon, d'étudier la variation des intensités de pluie sur les périmètres instrumentés. Des différences significatives ont pu être mises en évidence dans les relations Intensité Durée Fréquence selon le secteur géographique de l'agglomération, ainsi que des divergences avec le zonage en trois zones de l'Instruction Technique.

Les ingénieurs de la section Hydrologie du Canton de Genève émettent pour leur part des suppositions similaires, quant à une variation de ce type sur le canton, mais ne disposent pas encore de séries de données assez longues pour l'affirmer. A Lille, la Direction de l'Eau et de l'Assainissement, sans disposer encore d'une base de données suffisamment conséquente, subodore de telles fluctuations. De tels résultats permettent entre autres aux projeteurs, souvent en étroite relation avec les gestionnaires du réseau de mesures, de mieux dimensionner les réseaux d'assainissement et les ouvrages, déversoirs d'orage et les bassins de rétention.

Le fonctionnement du réseau de mesures

Lorsque les premiers appareils de mesures sont implantés sur le périmètre d'une agglomération, la gestion du réseau est généralement confiée à un service gestionnaire de l'Eau, qui l'annexe à ses nombreuses compétences. Mais dès lors qu'un nombre significatif de capteurs est installé ou que l'enjeu de la mesure devient capital, un service spécialisé dans la gestion de ces appareils est créé. Cela a été le cas à Nancy avec le service de la Gestion Technique Centralisée, mais aussi à Lyon par exemple.

La gestion du réseau peut-être de trois types :

- ✓ une régie directe, comme c'est le cas à Nancy, à Lyon et à Genève,
- ✓ une régie d'entreprise, comme c'est le cas à Marseille avec la SERAM,
- ✓ une sous-traitance, comme c'est le cas à Lille et occasionnellement à la DIREN Lorraine

Le cas de Marseille est un peu particulier, puisque la Société d'Exploitation du Réseau d'Assainissement de Marseille (SERAM) est une société privée consacrée à la gestion du réseau marseillais, au moins jusqu'à la fin de l'année 2000. La Communauté Urbaine de Lille sous-traite pour sa part la maintenance de ses capteurs à la SAFEGE, un important bureau d'études, au risque de perdre un certain « contrôle » sur ses appareils.

D'après les divers avis recueillis, il semble que la régie directe soit la meilleure solution à adopter pour gérer un réseau de mesures, car elle permet au service gestionnaire d'avoir une vision d'ensemble, depuis la mesure jusqu'à l'exploitation des données.

Mais ce type de gestion a un coût relativement important, puisqu'il nécessite généralement la création d'un service spécialisé avec du personnel qualifié. On constate que celui-ci varie entre cinq et dix personnes, dont un tiers d'ingénieurs et deux tiers de techniciens.

De même les investissements réalisés pour l'installation et le fonctionnement du réseau varient-ils en fonction du nombre de capteurs, bien sûr, mais surtout de l'utilisation qui est faite des données collectées : simple observation, constitution d'une base de données, réalisation d'études ou encore dispositif d'alerte.

Les réseaux pluviométriques comportent en général 20 à 30 capteurs ou plus, pour des agglomérations de 250 à 500 km². La densité d'un capteur pour 12 à 15 km² (soit un maillage de 3 à 4 km) est perçue comme suffisante mais un peu juste en zone urbaine. Le pas de temps, en général de 5 ou 6 minutes, est plutôt perçu comme trop grand et devrait descendre à la minute.

Le coût d'un appareil, incluant le capteur, sa transmission et son alimentation éventuelle, varie de 40 000 à 60 000 F. Les réseaux limnimétriques ont eux des densités plus variables, généralement fonction du nombre de gros déversoirs d'orage, où il faut prévoir deux capteurs par déversoir (flux déversé et flux conservé dans le réseau).

Le coût varie de 60 000 à 100 000 F, selon que l'on mesure hauteur ou hauteur-vitesse. Les ruisseaux posent le même type de problème pour installer des limnimètres, avec la nécessité, en sus, de réaliser des jaugeages en débit. Le fait que ces mesures ne servent pas à un diagnostic permanent, amis seulement pour l'alerte, fait que l'on constate un sous-équipement, même sur des ruisseaux à problème.

Nous avons également constaté lors de nos visites, que les réseaux de mesures hydro-pluviométriques sont rarement connectés à d'autres réseaux de mesures, disséminés sur le territoire urbain, comme celui de la qualité de l'air. Seules les données météorologiques de Météo France ou du Service de la Météo Suisse pour le Canton de Genève sont jumelées aux données hydro-pluviométriques. Il y a là une synergie ou une économie d'échelle à envisager...

Toutes les agglomérations visitées sont actuellement satisfaites d'avoir choisi d'équiper en appareil de mesures leur périmètre, en raison des avancées techniques et économiques réalisées grâce aux données collectées et à leur traitement. Actuellement une majorité d'agglomérations consacre une part importante de leurs investissements à l'élargissement de leur réseau de mesures, ainsi qu'à l'étude des données collectées. Certaines agglomérations comme Lille, Genève ou Lyon n'ont pas encore atteint leur optimum et souhaitent encore étendre leur réseau à de nouveaux types de mesures, dans des problématiques nouvelles. D'autres agglomérations comme Marseille et Nancy sont très en avance dans le domaine de la métrologie et disposent déjà d'un réseau très bien instrumenté et de bases de données conséquentes.

De toutes façons, la gestion des ruisseaux pose souvent problème. En général, ils ne sont pas assez gros pour être pris en charge comme une rivière par un service d'annonce des crues ou une DIREN de bassin, mais leur bassin amont sort souvent de la compétence territoriale de l'agglomération où il pose problème, d'où des difficultés pour l'aménagement et même pour l'instrumentation.

Par ailleurs, la mesure de la piézométrie est encore balbutiante en terme de réseau bien organisé. Pourtant, de nombreux collecteurs baignent dans les nappes et présentent des problèmes d'eaux parasites. Mais seul le Grand Lyon est actuellement motivé pour un suivi volontariste qui inclus même une modélisation.

Résultats par agglomération

Les résultats agglomération par agglomération sont présentés ci-dessous. Pour les agglomérations de Marseille, Lyon, Genève et Lille, les résultats sont présentés dans un tableau de synthèse par agglomération. Dans le cas de Nancy, on trouvera deux tableaux, l'un concernant le réseau mis en place et géré par la communauté urbaine du Grand Nancy, l'autre relatif au réseau suivi par la DIREN Lorraine à l'échelle des bassins versants de la Meurthe et de la Meuse.

MARSEILLE	<i>Aspects physiques</i>	<i>Aspects techniques</i>	<i>Aspects financiers</i>	<i>Aspects méthodologiques</i>
Contexte	Climat méditerranéen + Pent fortes + Ruissellement torrentiel + Inondations + Pollution de plage 80 000 Marseillais en zone inondable			Direction de l'Eau et de l'Assainissement de la Communauté Urbaine de Marseille
Spatialité	7 grands bassins versants Communauté urbaine s'étend sur 300 km²	1600 km de réseau d'assainissement 180 km² couverts par le réseau de mesures		
Temporalité	Temps de réponse moyen des bassins versants : 30 mn (- de 5 mn pour les BV urbains)	<i>Transmission des données en temps réel</i> Pas de temps d'acquisition : 5 mn (30 secondes ou la minute pour les BV urbains)	Signature d'un Contrat d'Agglomération pour 5 ans (Ville + RMC) Financements par l'Agence de l'Eau	Premiers appareils installés en 1985
Organisation		Pluviographes : 2 visites/mois (5 pluvio 1x/semaine), 2 vérifications complètes/an Limnimètres : visite tous les 4 mois Annonce de crue par dépassement de seuil Rapatriement des données par ligne téléphonique spécialisée (36 stations) ou autocommutée (56 stations) Données stockées sur disque dur	Equipement + installation : 150 KF Amortissement sur 5 ans Fonctionnement des appareils (maintenance, exploitation, vérification, pas d'archivage) : 20 KF/an 7 MF/an pour toutes les fonctions du PC, soit 700 F/habitant/an	Utilisent beaucoup les images du radar de Météo France à Nîmes (station Météotel au PC) Système de modélisation pluie-débit Logiciels de simulation de réseau Canoé
Matériel		Pluviographes : 25 postes (1/10km ²) ; précis mécanique et à jauge de contrainte Valcap Limnimètres : 101 capteurs (dont 87 à ultrasons et 14 capteurs piézométriques) Débitmètres : 16 capteurs de vitesse répartis sur 6 stations (15 sondes à ultrasons immergées et 1 à effet Doppler)	Pluviographe : un appareil entre 20 et 40 KF, maintenance 20 KF/an Entretien d'un capteur en égout : 5 KF/an	Tous les appareils sont testés après achat Atelier spécialisé dans l'entretien et le tarage des appareils de mesures
Type de gestion				Réseau de mesures géré par la SERAM
Moyens humains		Une équipe d'opérateurs de quart assure une présence permanente au PC		Equipe de maintenance (hydromètres + electrotechniciens) : 8 personnes
Territorialité	Au moins une déclaration de Cat Nat par année	Poste de Contrôle situé dans le bâtiment abritant la Direction de l'Eau		

LYON	Aspects physiques	Aspects techniques	Aspects financiers	Aspects méthodologiques
Contexte	4 cours d'eau à problème Nette différence du système hydrologique entre l'est et l'ouest			Direction de l'Eau de la Communauté Urbaine du Grand Lyon
Spatialité	Communauté Urbaine s'étend sur 500 km²	2600 km² couverts par le réseau d'assainissement Répartition des appareils non homogène (ouest moins instrumenté)		
Temporalité	Environ 10 inondations par an	Pas de temps d'acquisition : conditionné par le basculement de l'auget pour les pluviographes ; dépend de l'utilisation faite des données pour les limnimètres Télétransmission des données pour l'alerte	Contrat de rivière Mise en place d'un SAGE Investissement + installation des appareils de mesures : Plan Urbain + crédit de Jouvence des BVRE + Agence Française de bassin + RMC	Premiers appareils installés en 1982, puis abandonnés Campagnes de mesures ponctuelles (débits, classement qualité)
Organisation		Rapatriement des données par réseau commuté sur ligne à grand débit Base de données ORACLE (données en 6 mn) et Vigilance Base de données de tous les déversoirs		Imagerie radar pas utilisée <i>Projet de modélisation avec Canoé</i> Modèle hydraulique Hydratec
Matériel		Pluviographes : 29 appareils (+ 1 pour dépannage) Limnimètres : programme de faisabilité pour 20 capteurs (2001) Débitmètres : démarche en cours pour 15 capteurs (2001)	Limnimètres : achat et installation d'un appareil, entre 60 et 100 KF	
Type de gestion				Régie directe pour le réseau d'appareils de mesures
Moyens humains		Requalification du personnel égoutier		Unité Métrologie : 2 personnes Unité Ruisseaux : 3 personnes
Territorialité		Toutes les données collectées au centre de concentration		Projet de PPR sur le ruisseau du Ravin

<i>GENEVE</i>	<i>Aspects physiques</i>	<i>Aspects techniques</i>	<i>Aspects financiers</i>	<i>Aspects méthodologiques</i>
Contexte	Inondations + Pollution du Lac Léman 195 cours d'eau Régime de pluies Ouest Infiltration des eaux impossible			Service du Lac et des Cours d'Eau du Canton de Genève
Spatialité	450 km linéaires de cours d'eau Canton de Genève s'étend sur 280 km² Seulement 25 % des bassins versants des cours d'eau en Suisse, le reste en France	Réseau de mesures ne couvre que les zones périurbaines et rurales 1 pluviographe implanté en France (Salève)		
Temporalité		Pluviographes : pas de temps d'acquisition conditionné par le basculement de l'auge Limnimètres : pas de temps de 5 mn (zone urbaine), 10 mn (zone rurale)		Loi fédérale du 24/01/91 impose surveillance de la qualité de l'eau Premiers appareils en 1970 Campagnes ponctuelles en débitmétrie
Organisation		1 visite par semaine pour tous les appareils Traitement des données par le logiciel CODEAU Transmission par téléphone portable pour quelques limnimètres Base de données sur 10 années	Fonctionnement du SLCE : 150 à 200 KFS par an (sans les salaires) Investissements (achat et installation des appareils) : 400 à 450 KFS Coût estimé de l'équipement de toute la ceinture du Lac Léman : environ 1 MFS	Mesures diagnostiques imposées par la législation fédérale (PGEE) Raccordement à Météotel et aux données radar Projet d'expérimentation sur 5 bassins versants ruraux (1 seul instrumenté à l'heure actuelle)
Matériel		Pluviographes : 12 postes (la moitié chauffée, capteurs OTT) Limnimètres : 15 capteurs (sondes piézo-résistives, loggers)		
Type de gestion				Régie directe
Moyens humains				Section Hydrologie : 4 personnes Section Construction et Entretien : 3 personnes et 4 équipes d'ouvriers
Territorialité				

GRAND NANCY	Aspects physiques	Aspects techniques	Aspects financiers	Aspects méthodologiques
Contexte	Pentes fortes, surtout au Nord Ville plate Problème d' inondations		Investissements plus importants que nécessaire	Service de la Gestion Technique Centralisée, de la Communauté Urbaine du Grand Nancy
Spatialité	Communauté Urbaine s'étend sur 16 000 hectares environ	Densité du réseau non homogène Moyenne de 2 km entre les capteurs (800 m pour les BV expérimentaux)		
Temporalité	Orages décennaux tous les ans Temps de réponse des bassins versants urbains : 10 à 15 mn	Pluviographes : pas de temps d'acquisition de 10 secondes Limnimètres : pas de temps d'acquisition de la seconde, moyenné à 30 secondes Piézomètres : pas de gestion en temps réel	Financements : budget propre, programme Life (lutte anti-pollution), Agence de l'Eau	<i>Premiers appareils installés en 1985</i> Campagnes ponctuelles de mesures
Organisation		Pluviographes : 1 visite/semaine (curatif), 1 visite/an (démontage, test et remontage) Limnimètres : uniquement camion test 2 fois/an Archivage sur site et sauvegarde des données sur CD Rom et bande cartouche Moitié des pluviographes télétransmis en temps réel Transmission des données limnimétriques toutes les minutes 15 ans de données garanties sur 11 pluviographes	Installation de la GTC : 35 MF Fonctionnement de la GTC : 7 MF, soit 30 cts/m ³ d'eau potable Investissement annuel en eaux pluviales : 30 MF (100 à 150 F par habitant) Achat de données à Météo France : 100 000 F/an	Achat à MF de données brutes à la minute, avec raccordement par ligne FT Système d' extrapolation de l'imagerie radar 2 bassins versants expérimentaux
Matériel		Pluviographes : 24 appareils (Précis Mécanique) Limnimètres : plus d'une centaine (majorité ultrasons) Piézomètres : 45 appareils installés sur la nappe phréatique	Campagne de mesures (pénétration d'eaux claires) : 3 MF	Passage au laboratoire de chaque capteur acheté
Type de gestion				Régie directe
Moyens humains		Service d'astreinte au Poste de Contrôle	Agent technique : 168 000 F/an, soit 1.5 MF pour 9 personnes	Service Métrologie : 9 personnes Bureau d'études : une quinzaine de personnes
Territorialité		Poste de Contrôle installé dans la station de traitement des eaux usées		

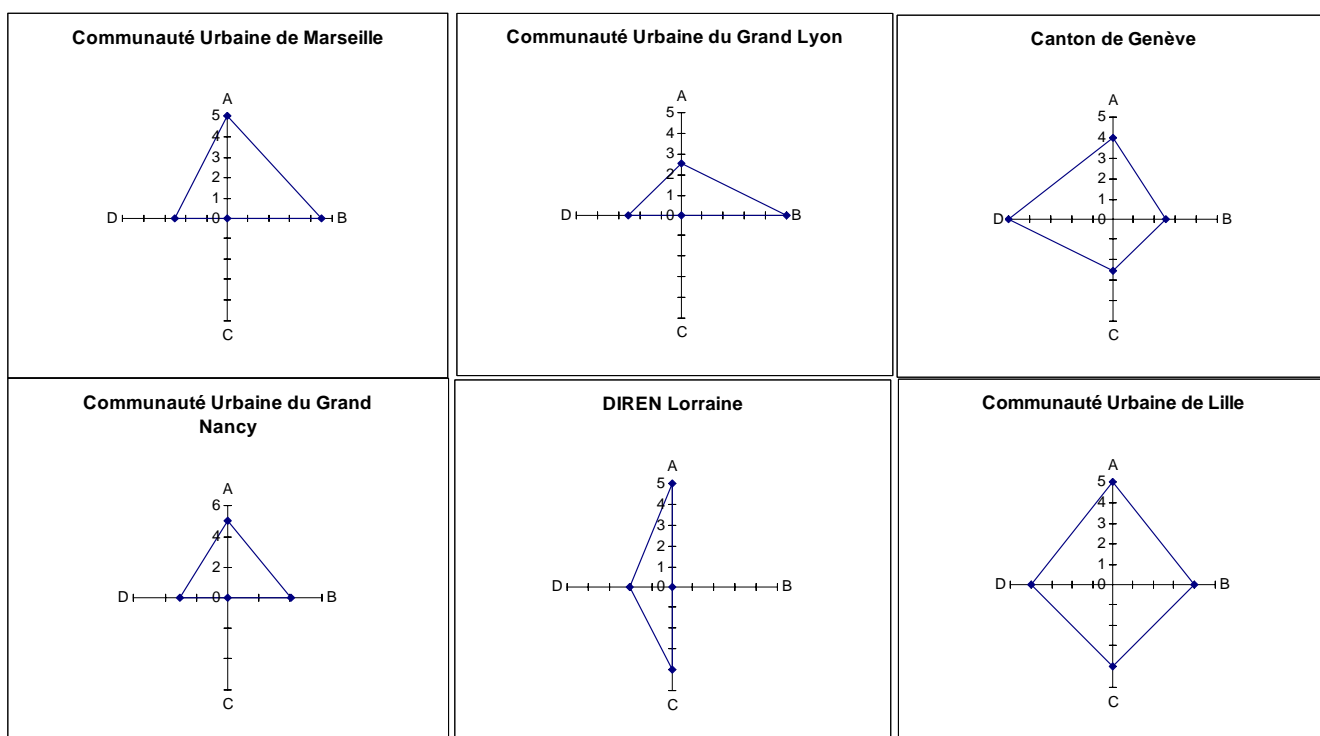
DIREN LORRAINE	<i>Aspects physiques</i>	<i>Aspects techniques</i>	<i>Aspects financiers</i>	<i>Aspects méthodologiques</i>
Contexte	<i>Inondations peu intenses mais longues</i> Zones inondables Circulation souterraine des eaux dans le secteur minier			Direction Régionale de l'Environnement de Lorraine
Spatialité	Gestion de la Moselle et de la Meuse	Répartition non homogène des appareils (les Ardennes sont moins instrumentées)		
Temporalité		Pluviographes : pas de temps d'acquisition de 6 mn, mais la demi-heure ou l'heure sont retenues Limnimètres : télétransmis Alerte pour l'annonce de crue déclenchée par dépassement de seuil de hauteur d'eau Alerte interne déclenchée par les pluviographes		Premiers appareils installés dans les années 1960 à 1970 Capteurs pour l'annonce de crue depuis 1919 Campagnes ponctuelles (débitmétrie, limnimétrie et qualité)
Organisation		Limnimètres : 60 données annuelles de crue par appareil Base de données débitmétriques : 20 ans Edition d'un bulletin d'annonce de crue chaque jour	Observateur de terrain : 5 000 F/an (mais nouveaux contrats plus onéreux)	Météotel et imagerie radar de Météo France utilisés en complément Modèle de prévision des débits des grands cours d'eau
Matériel		Pluviographes : 18 appareils, 3 en prévision Limnimètres : une cinquantaine de capteurs sur les grands cours d'eau, une centaine sur tous les affluents de la Meuse et de la Moselle		
Type de gestion				Sous-traitance occasionnelle pour le jaugeage
Moyens humains				2 équipes de jaugeurs : 82 personnes
Territorialité				

LILLE	Aspects physiques	Aspects techniques	Aspects financiers	Aspects méthodologiques
Contexte	Morphologie plate Nappe affleurante Pollution des cours d'eau Pas d'évacuation gravitaire des eaux			Direction de l'Eau et de l'Assainissement de la Communauté Urbaine de Lille
Spatialité	Communauté Urbaine s'étend sur 612 km²	Pluviographes implantés dans les stations d'épuration + 1 de Météo France à l'aéroport Limnimètres implantés sur les déversoirs et les stations de pompage		
Temporalité	Inondations notables 2 à 3 fois par an	Pluviographes : pas de temps d'acquisition de la minute, puis enregistrées à 5 mn	Financements européens et de l'Agence de l'Eau	Premiers appareils installés en 1992 Campagnes de mesures ponctuelles (hauteur-vitesses, pollutogrammes)
Organisation		Gestion en temps réel des données limnimétriques pour l'alerte et les déversements Données transmises par réseau auto-commuté Base de données de 3 à 4 années fiables		Images radar MF ne sont pas utilisées, car imprécises Service passe des marchés à bon de commande d'un an, reconductibles 2 fois
Matériel		Pluviographes : 20 appareils (OTT à pesée électronique) Limnimètres : environ 200 capteurs Débitmètres : 26 appareils (la moitié pour les débits déversés, l'autre pour les débits conservés dans les collecteurs)	Bassin de stockage et de dépollution : 50 à 100 MF	Pas de modélisation
Type de gestion				Une partie en propre pour la collecte et le traitement des données Une partie en sous-traitance à la SAFEGE pour la maintenance générale
Moyens humains		Interventions sur le terrain réalisées par une équipe de 3 personnes		Direction de l'eau et de l'Assainissement : 150 personnes (25 personnes par Unité Territoriale) <i>Service Métrologie</i> : 5 personnes <i>Future Cellule Modélisation</i> : 2 personnes
Territorialité				Coopération avec la Belgique

Les principaux objectifs poursuivis par les agglomérations visitées, au travers de ces réseaux de mesure peuvent donc être classés en 4 grandes familles :

- A : gestion des inondations
- B : optimisation du fonctionnement du réseau d'assainissement
- C : respect de contraintes aval (conventions transfrontalières)
- D : surveillance de la qualité

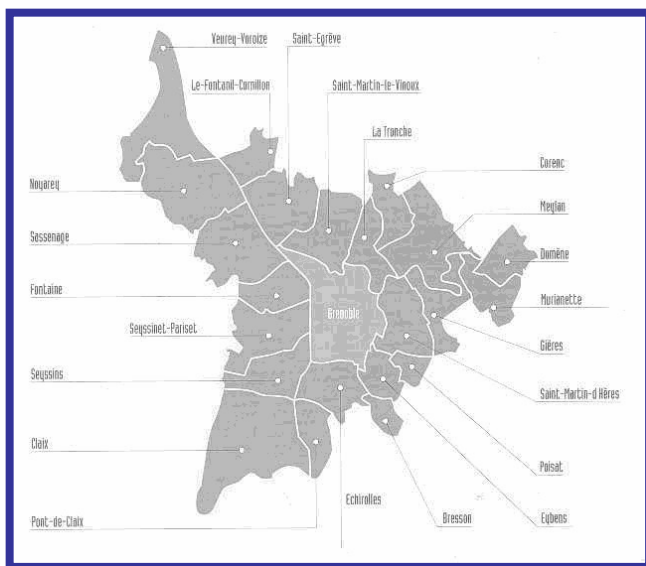
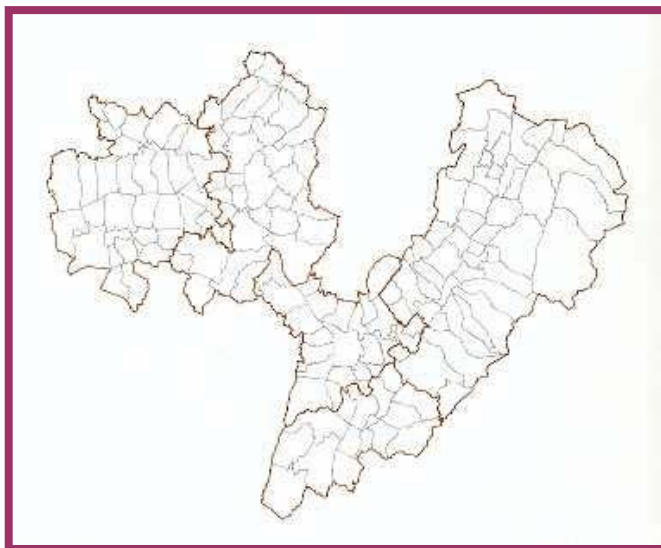
Les figures ci-dessous donnent une illustration du poids respectif de chacun de ces grands objectifs pour les différentes agglomérations visitées.



- **Le cas de Grenoble**

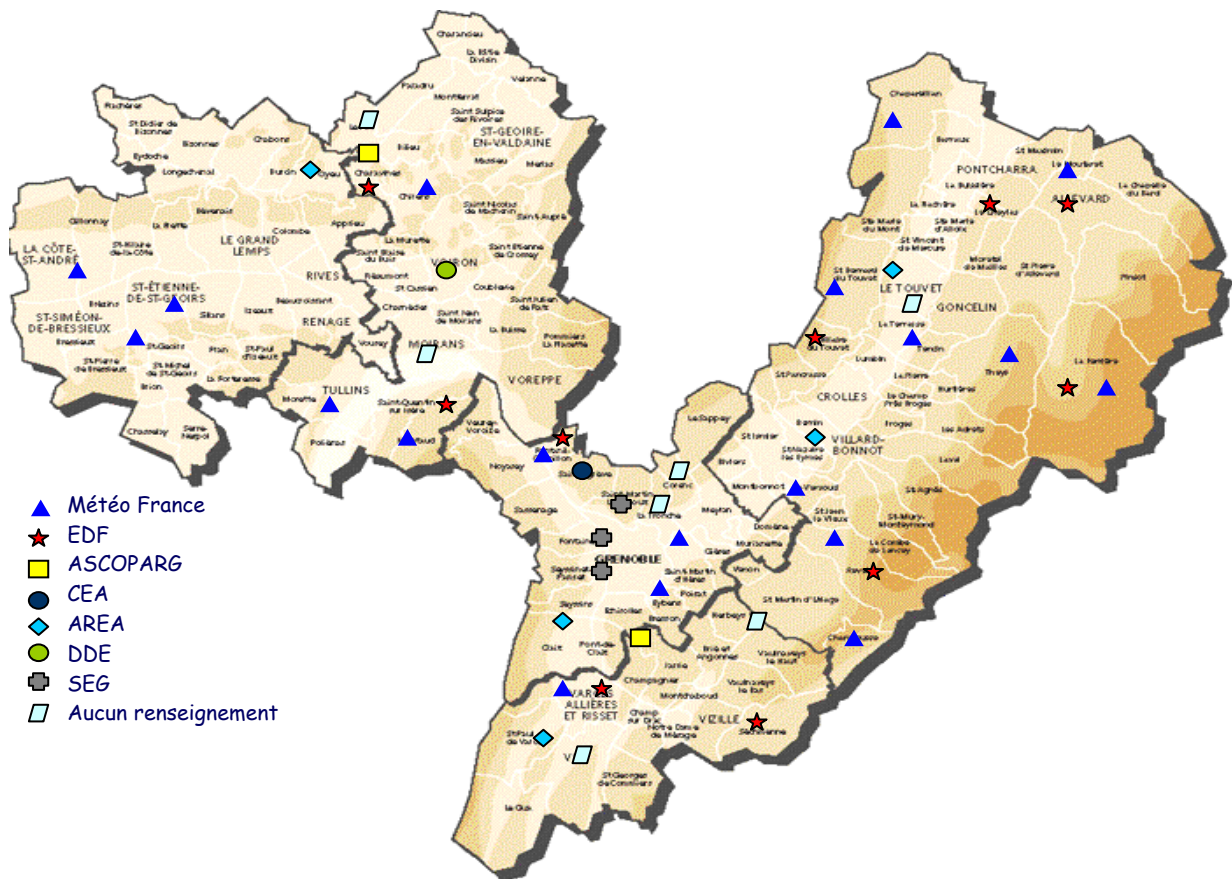
Pour traiter du cas de Grenoble, il est d'abord nécessaire de savoir de quel territoire on parle. On peut en effet distinguer au moins deux territoires différents :

- Le SDAU (157 communes, superficie : 1930 km²). C'est un territoire d'une grande diversité : zones urbaines / zones rurales ; montagne / plaine. C'est là qu'on trouve les grands ruisseaux (Doménon, Merdaret, Gresse, Vence, etc...) et les torrents (pied de Chartreuse et Vercors, Manival, etc..)

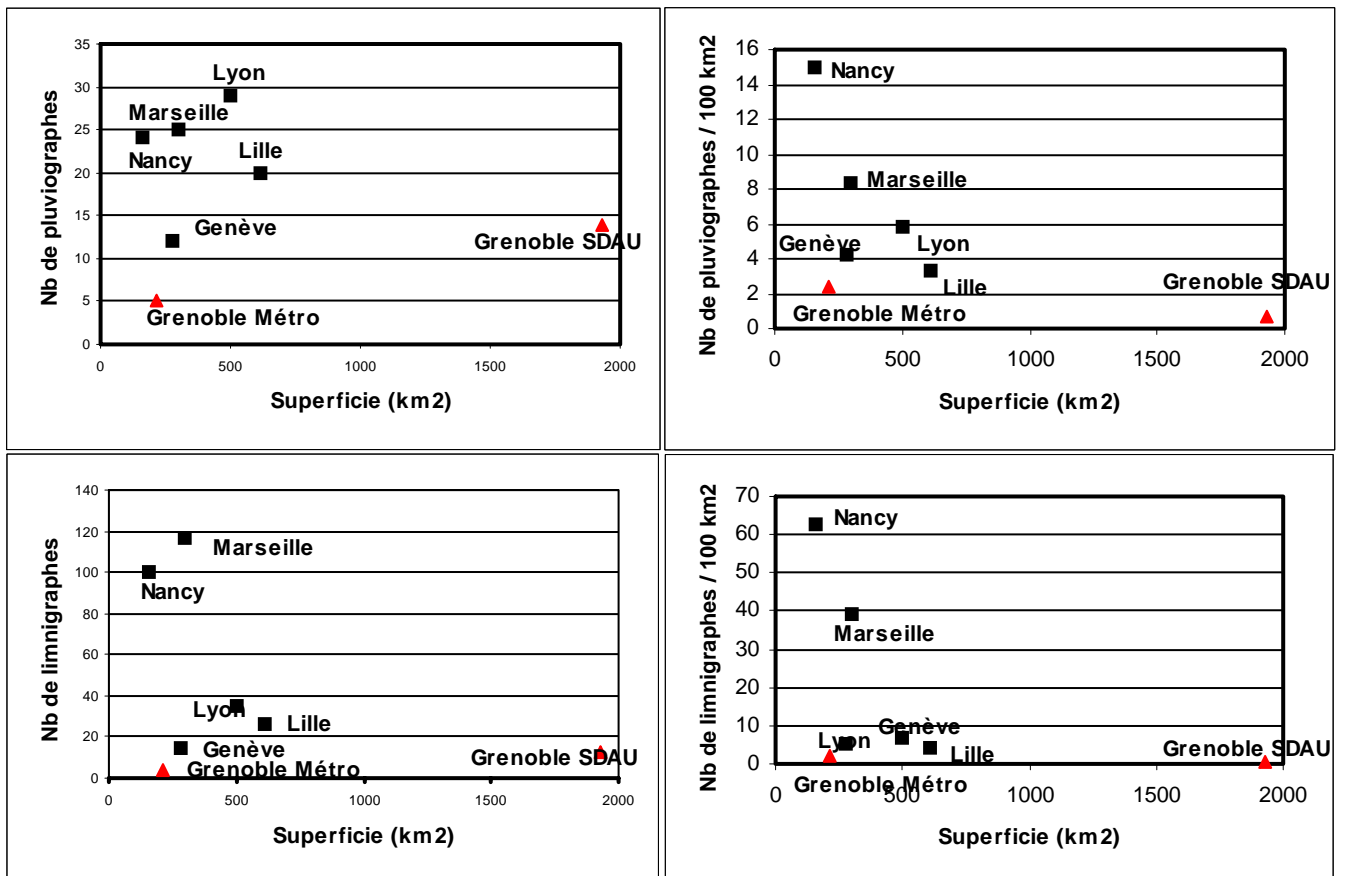


- La Communauté d'Agglomérations « La Métro » (23 communes, superficie : 212 km²). C'est une agglomération urbaine, où se situent bien sûr les différents réseaux d'assainissement, mais également des ruisseaux périurbains (Verderet, Sonnant, etc...).

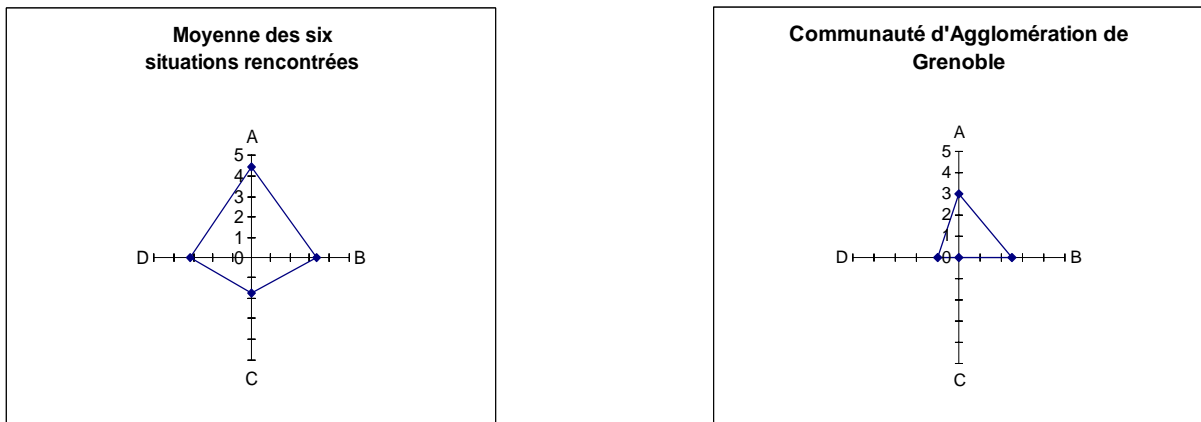
La carte ci-dessous représente la localisation des postes de mesures pluviométriques sur le territoire du SDAU (des listes plus complètes des pluviomètres, pluviographes et stations limnigraphiques sont fournies en annexes).



En comparaison des réseaux de mesure des pluies et débits gérés par les agglomérations visitées, le réseau grenoblois, que ce soit à l'échelle du SDAU ou de la Communauté d'Agglomérations, n'est pas très dense, comme le montre les figures ci-dessous.



Nous nous sommes risqués à essayer d'évaluer l'importance pour Grenoble à l'échelle de la Communauté d'Agglomérations, des objectifs principaux identifiés par cette étude. Nous l'avons fait au travers de la représentation proposée par la figure ci-dessous, sur laquelle on a également reporté, pour comparaison, la moyenne des agglomérations visitées.



Les objectifs inondations et assainissement ont été considérés comme étant du même ordre de grandeur d'importance. Les préoccupations relatives à des contraintes aval ont quant à elles été considérées quasi inexistantes, et celles relatives à la surveillance de la qualité de l'eau encore peu développées.

- **Conclusion**

En conclusion, on peut affirmer que de multiples intérêts sont reconnus par leurs gestionnaires aux réseaux de mesure de pluies et de débits fonctionnels dans les agglomérations sur lesquelles a porté cette étude.

En comparaison, l'insuffisance du réseau de mesure grenoblois a été mise en évidence, en comparaison avec les réseaux visités, mais également au regard de la variabilité spatiale de la pluie, et de ses conséquences sur l'estimation des débits.

Cependant, concernant les suites à donner à cette analyse pour envisager la mise en place éventuelle d'un réseau de mesure hydrométéorologique dans la région grenobloise, se pose maintenant de façon criante le problème de l'identification d'un « opérateur » adéquat, et adapté au territoire retenu (SDAU, « Métro », ou autre...).

REFERENCES

Ouvrages de référence

📖 JEAN-LUC BERTRAND-KRAJEWSKI, DOMINIQUE LAPLACE, CLAUDE JOANNIS, GHASSAN CHEBBO, « Mesures en hydrologie urbaine et assainissement », Editions TEC et DOC, 2000. 782 p.

📖 ALI HAMMOUDA, « Connaissance et modélisation des précipitations pour l'hydrologie urbaine à travers l'exemple de l'agglomération nancéenne », thèse de 1995, 242 p.

📖 SERVICE TECHNIQUE DE L'URBANISME, Cemagref, groupement d'Aix-en-Provence, « Mesurer la pluie », janvier 1992, 18 p.

Textes de loi

📖 *Loi sur l'Eau n° 92-3 du 3 janvier 1992, Journal Officiel.*

Articles

📖 C. CASTELLANI, « Régionalisation des précipitations annuelles par la méthode de la régression linéaire simple : l'exemple des Alpes du Nord », RGA 1986, LXXIV.

📖 J. BILLET « L'eau dans la région grenobloise et son utilisation ; Bilan et problèmes de conservation d'un patrimoine », RGA 1982, LXX.

📖 H. VIVIAN « Les crues de l'Isère à Grenoble et l'aménagement actuel des digues », RGA 1969, LVII.

📖 H. VIVIAN, J. BARRET, R. NICOLLE « L'aménagement de l'Isère ; Etat de la protection de l'agglomération grenobloise contre les crues », RGA 1987, LXXV.

📖 I. AMBREGNA, M. MARTINEZ « Inondations : l'agglomération grenobloise menacée », L'Essentiel de Grenoble et de l'Isère, n° 31 du 2 mai 2001.

Bibliographie par agglomération

Marseille

📖 PASCAL DESHONS, DOMINIQUE LAPLACE, « Télésurveillance du réseau d'assainissement de Marseille, maintenance de la chaîne **météorologique et** utilisation des données », colloque "La ville et l'eau", Hydrotop 1, 7 au 10 avril 1992, 6 p.

Lyon

📖 *KHELIL*, « Elaboration d'un système de stockage et exploitation de données pluviométriques, contribution à l'analyse et à la modélisation spatio-temporelle du phénomène pluvieux », *thèse de 1985*.

📖 *PATUREL*, Thèse sur la variabilité de la pluie sur le périmètre de la Communauté Urbaine du Grand Lyon, 1982-83.

Genève

📖 *CHRISTIAN EICHER, VLADIMIR KREJCI*, « A new rainfall data system for urban hydrology in Switzerland », in *Atmospheric Research, Amsterdam, vol. 42, 1996, p. 177-198, Diagr., Karten*.

📖 Loi Fédérale sur la protection des eaux, du 24 janvier 1991, 29 p.

📖 *ALAIN WYSS*, « Présentation du système d'assainissement genevois et des équipements métrologiques en place », Projet de communication pour la conférence des 5 et 6 décembre 2000.

Nancy

📖 Ali *HAMMOUDA* « Connaissance et modélisation des précipitations pour l'hydrologie urbaine à travers l'exemple de l'agglomération nancéenne », thèse de 1995, 242 p.

📖 *M. LEMPREUR*, Thèse sur la pluviométrie, 1986.

📖 *M. FAURE*, Thèse sur l'utilisation du radar, 1997.

Lille

📖 *NATHALIE ALBANHAC*, « Démarche de mise en place de 24 stations de mesure en réseau d'assainissement ».

ANNEXES

ANNEXE 1 : Exemple d'une grille d'entretien servant de base aux visites réalisées dans les cinq agglomérations de référence

ANNEXE 2 : Tableau des personnes ressources rencontrées lors des visites dans les agglomérations de référence

ANNEXE 3 : Tableau du réseau pluviométrique de la Communauté d'agglomération de la Métro et de la Région Grenobloise

ANNEXE 4 : Liste des limnigraphes implantés dans la Communauté d'agglomération de la Métro et le territoire du SDAU

ANNEXE 1 :

Grille d'entretien

La grille de questions ci-dessous est destinée à préparer au mieux les audits que nous allons réaliser dans différentes villes. Elle n'a pas d'autre ambition que d'aider éventuellement nos interlocuteurs dans la préparation de ces visites, c'est pourquoi nous nous attacherons à la diffuser autant que possible avant chaque entretien.

Evidemment son objectif n'est pas de restreindre la discussion aux questions préparées ; au travers de ces divers entretiens, nous espérons obtenir le maximum d'informations sur les réseaux visités. Les discussions, conduites sur la base de cette grille, devront rester aussi libres et ouvertes que possible.

Aspects physiques et organisationnels

Contexte général

- ✓ Quels sont les problèmes inhérents à ce territoire (débordement de collecteur, submersion des champs d'inondation, phénomènes torrentiels avec apports solides, phénomène orageux) et qu'engendrent-ils comme difficultés de gestion ?
- ✓ **Combien de cours d'eau sont présents sur le périmètre ?**
- ✓ Y a-t-il des contraintes extérieures au périmètre, par exemple l'influence de cours d'eau non compris dans le périmètre couvert par le réseau ?
- ✓ Quelles sont les caractéristiques du périmètre d'implantation du réseau : urbanisation dense ou étalée, grande ville ou ville de taille moyenne, réseau implanté en zone périurbaine .

Spatialité et temporalité

- ✓ Quelle est l'origine "historique" du réseau : existaient-ils plusieurs petits réseaux qui ont été agglomérés ou bien le réseau a été créé de « toutes pièces » ?
- ✓ Quels sont les types d'événements potentiellement dommageables, à quelle époque ont-ils lieu et quelle est leur durée. Sont-ils généralisés ou "ponctuels" dans l'espace ?
- ✓ Quel est la fréquence d'occurrence des phénomènes générateurs de risque ?

Organisation

- ✓ Des travaux particuliers sur les différents sites d'implantation ont-ils été nécessaires pour mettre en place les appareils de mesure ?

- ✓ Avez-vous des difficultés à trouver des sites d'implantation pour les appareils de mesure ?

Aspects techniques

Matériel

Réseau hydrométrique et pluviométrique

- ✓ De quel type sont les appareils de mesure utilisés pour les débits ?
- ✓ Quel est leur nombre ?
- ✓ Quel pas de temps semble le plus approprié pour les mesures ?
- ✓ *Y a-t-il télétransmission des données vers l'organisme gestionnaire ?*

Spatialité

- ✓ Quelle est la surface couverte par le réseau ?
- ✓ Quelle est la distance d'implantation entre chaque capteur ?

Temporalité

- ✓ En quelle année le réseau a-t-il été réalisé ?
- ✓ Quelle a été la durée nécessaire à sa mise en place ?
- ✓ Depuis combien de temps dispose-t-on de données ?

Organisation

- ✓ Combien d'organismes et lesquels ont participé à la mise en place de ce réseau ?
- ✓ Avez-vous eu à mettre en place des programmes d'équipement importants, avec de gros ouvrages, dont le dimensionnement est critique (bassin d'orage, nouveau collecteur) ?
- ✓ Gestion des données :
 - y a-t-il des procédures de mise à disposition et d'archivage des données ?
 - l'archivage est-il centralisé ou non ?
 - y a-t-il des procédures de critique des données (en ligne, en différé) ?
 - y a-t-il une forte demande interne ou externe de ces données, auquel cas pouvez-vous évaluer ce flux ?

Aspects financiers

- ✓ Quelle somme a été consacrée à l'acquisition des différents appareils de mesure et quel a été le coût global de l'équipement du réseau ?

- ✓ Combien de personnes sont affectées à la maintenance du réseau et quel est le coût correspondant ?
- ✓ Quel a été le montant des financements et quels ont été les financeurs ?
- ✓ Quel est le coût de fonctionnement annuel du réseau ?

Aspects méthodologiques

Contexte général

- ✓ Dans quel contexte la nécessité de mettre en place un tel réseau est-elle apparue : s'agissait-il d'une mesure particulière dans une démarche globale de prévention ou plutôt d'une démarche isolée ?
- ✓ Quels ont été les éléments fédérateurs pour mettre en place le réseau ?
- ✓ Quel organisme est à l'origine de cette réflexion ?
- ✓ Y a-t-il eu création d'un organisme dont la mission était d'assurer la gestion du réseau de mesures ?
- ✓ Qui utilise les données récoltées et à quelle fin (demandes internes ou externes) ?
- ✓ Les données sont-elles combinées avec d'autres réseaux ?

Bilan

- ✓ Selon vous, de quels atouts une ville en général, et votre ville en particulier, dispose-t-elle lorsqu'elle se dote d'un tel réseau ?
- ✓ Quels sont les apports majeurs de ce réseau (par exemple en terme de gestion ou de prévention) ?
- ✓ Le réseau a-t-il répondu aux attentes qu'il a suscitées lors de sa réalisation ?
- ✓ Avez-vous évolué vers une connexion de différents réseaux (air, eaux souterraines, réseau DEP, voire trafic urbain par comptage de véhicules) ?

ANNEXE 2 :

Tableau des personnes ressources rencontrées lors des visites dans les agglomérations de référence

VILLE	INTERLOCUTEUR	STATUT
<i>Grenoble</i>	Pierre DOUCET	Régie des Eaux de Grenoble Service assainissement
	Christian AUTIER Adjoint Cellule de l'eau 04.76.70.76.54	DDE ISERE
Marseille	Pascal DESHONS 27 Bd Joseph Vernet, 13008 04.91.55.48.60 Fax : 04.91.55.48.12	Directeur de la Direction de l'Eau et de l'Assainissement
	Carole PHILIBERT 27 Bd Joseph Vernet, 13008 04.91.55.48.11	Ingénieur Subdivisionnaire Division Hydrologie Urbaine de la Direction de l'Eau et de l'Assainissement
	Dominique LAPLACE 24 A rue Fort-Notre-Dame, 13007	Ingénieur en Chef Sté d'exploitation du réseau d'assainissement de Marseille (SERAM)
	Jean-Marc SOTTY 44 av Alexandre Dumas, 13008 04.91.55.49.10	Directeur de la Prévention et de la Sécurité du Public
	Pierre-Marie LEUCHER Aix Métropole Bât D 30 av Malacrida 13100 AIX en P	Directeur général SAFEGE-CETIIS
	Jean-François BRUN, Sébastien BOUAT	Ingénieurs SAFEGE-CETIIS
Nancy	Pierre AUCHET 03.83.91.83.04 Fax : 03.83.91.83.46 Cté Urbaine du Grand Nancy 22/24 viaduc Kennedy, case officielle n°36, 54035 NANCY	Ingénieur en chef Service Gestion Technique Centralisée
	Bruno DE BELLY Idem	Ingénieur Chef du bureau d'études au sein du Service Assainissement
	Marc ARNOLD 41 rue de Malzéville, ancienne maison du Pontonnier, 54000 NANCY	Chef de la cellule hydrologie opérationnelle DIREN Lorraine

	03.83.17.32.80 Fax : 03.83.17.32.84	
<i>Lyon</i>	Denis HODEAU 04.78.95.89.25 83 cours de la liberté 69003 LYON dhodeau@grandlyon.org	Directeur adjoint de la Direction de l'Eau
	Jean CHAPGIER 04 78 95 89 30 Fax 04 78 95 89 68 jchapgier@grandlyon.org	Responsable du Bureau d'études de la Direction de l'Eau
<i>Genève</i>	Pierre GRANDJEAN Rue David Dufour 1, case postale 206 1211 Genève 8 (022) 327 46 41 Fax : 0041 22 327 4620	Responsable de la section hydrologie au Service du Lac et des Cours d'Eau
	Marc THONI 41 (0) 22 327 52 97	Hydrologue Bureau technique, section hydrologie
	Eric WERLEN	Hydrologue Bureau technique, section hydrologie
	Alain WYSS Chemin de la Verseuse 17, case postales 53 CH-1219 Aire 41(0)22 / 795 82 70	Ingénieur Service des contrôles de l'assainissement
<i>Lille</i>	Réjane BEURRIER Communauté Urbaine de Lille rbeurrier@cudl-lille.fr	Ingénieur Chef de l'Unité Centrale Assainissement

ANNEXE 3 :

Tableau du réseau pluviométrique de la Communauté d'agglomération de la Métro et de la Région Grenobloise

Emplacement	Provenance	Cote (m)	Année début	Année fin	Appareil
Communes de la Métro					
Eybens	Météo France	223	1946	1968	<i>Pluviographe</i>
Fontanil-Cornillon	EDF	250	1961		Pluviomètre
Grenoble	Météo France	204	1952		<i>Pluviomètre</i>
	SEG	210	1999		Pluviog auto
	SEG	230	1999		<i>Pluviog auto</i>
	SEG	205	1999		<i>Pluviog auto</i>
La Tronche	?	225	1949	1965	<i>Pluviomètre</i>
St-Egrève	CENG	210	1960		<i>Pluviographe</i>
St-Martin-d'Hères	Météo France	212	1968		Pluviog auto
Autres communes du SDAU					
Fond-de-France	EDF	910	1948	1984	<i>Pluviomètre</i>
	EDF	910	1984		<i>Pluviographe</i>
La Côte St-André	Météo France	340	1973		Pluviomètre
La Ferrière	Météo France	850	1931		<i>Pluviomètre</i>
La Terrasse	?	234	1941	1976	<i>Pluviomètre</i>
Le Cheylas	EDF	240	1975	1980	<i>Pluviomètre</i>
Le Pin	?	530	1946	1977	<i>Pluviomètre</i>
Le Touvet	AREA	240	1990		Pluviog auto
Le Versoud	Météo France	220	1973	1999	Pluviomètre
	Météo France	220	1999		Pluviog auto
Moirans	?	190	1992		Pluviomètre
Montaud	EDF	800	1948		<i>Pluviomètre</i>
	Météo France	740	?		<i>Pluviomètre</i>
Oyeu	AREA	?	1990		Pluviog auto
Revel	EDF	630	1958		Pluviomètre
	Météo France	630	1953		<i>Pluviomètre</i>

St-Bernard-du-T.	Météo France	910	1987		<i>Pluviomètre</i>
St-Etienne-de-St-G.	Météo France	384	1967	1987	Pluviographe
St Geoirs	Météo France	410	?	?	Pluviog auto
St-Hilaire-du-T.	EDF	970	1948		Pluviomètre
St-Nazaire-les-Eymes	AREA	230	1990		<i>Pluviog auto</i>
Séchilienne	EDF	360	1992		<i>Pluviographe</i>
Tencin	Météo France	236	1963		Pluviomètre
Theys	Météo France	615	1963		<i>Pluviomètre</i>
Tullins	Météo France	190	1976		<i>Pluviomètre</i>
Varcès-Allières-et-R.	EDF	250	1957		<i>Pluviographe</i>
	Météo France	250	?		Pluviomètre
Vaulnaveys-le-Haut	?	355	1968	1975	<i>Pluviomètre</i>
Vif	?	285	1958	1968	<i>Pluviomètre</i>
	AREA	290	1999		Pluviog auto
Voiron	DDE	292	?		Pluviomètre

Source : « Etude des réseaux hydro-pluviométriques dans les grandes communautés urbaines ; Application à la Région Grenobloise », B. GRAFF.

NB : Les pluviomètres indiqués « sans renseignement » sont issus de la Banque Pluvio, mais il n'a pas été possible de retrouver le propriétaire.

ANNEXE 4 :

Liste des limnigraphes implantés dans la Communauté d'agglomération de la Métro et le territoire du SDAU

La DDE de l'Isère dispose en tout de dix stations limnimétriques, sur l'ensemble du bassin versant de l'Isère, mais seules les huit stations implantées sur le département sont présentées. Tous les limnigraphes, de type bulle à bulle, ont été installés en 1994.

Limnigraphes implantés dans la Communauté d'agglomération de la Métro :

Emplacement	Organisme gestionnaire	Situation géographique	Mise au pas de temps à la journée	Mise au pas de temps à l'heure
Fontaine	DTG-DDE			1983
Grenoble-Bastille	DTG-DDE	C'est la station régionale et le point de référence de la ville de Grenoble. Elle sert de base au déclenchement des alertes en cas d'augmentation du niveau de l'Isère. Elle est située en rive gauche de l'Isère.	1975	1983
Saint Egrève	DTG			1988
Veurey	DTG		1857-1973	
Vieux Pont de Claix	DIREN			

Limnigraphes implantés sur le territoire du SDAU :

Emplacement	Organisme gestionnaire	Situation géographique	Mise au pas de temps à la journée	Mise au pas de temps à l'heure
Ile Falcon	DTG-DDE		1981	1983
La Morge à Voiron	DTG			Juillet 2000
Le Cheylas	DTG-DDE	La station est située en aval du bassin de rétention des eaux d'Alleverd, exploité par EDF. Ce débit n'est pas pris en compte, car il est trop perturbé par le bassin. Cette station n'est utilisée qu'à titre indicatif.	1978	1983
Les Allas à Vaulnavey	DTG			1981- Février 1998
Pont de l'Oulle à Vence	DTG	L'appareil est implanté à 257m d'altitude.	1963-1985	
Pont de la Buissière	DTG		1981-1986	1983- 1988
Pont de la Gache	DTG-DDE	La station est située à 50 mètres en aval du pont permettant l'entrée dans Pontcharra par la RN 90.	1986	1986
Pont Royal	DDE	La station est située juste après la confluence entre l'Arc et l'Isère.		
Saint Gervais	DTG-DDE	La station est située dans le village de St Gervais, en rive gauche du cours d'eau.	1969	1983

		La prise de pression se fait en rive droite, par un aérien.		
Séchilienne	DDE	La station de mesures est située en amont de Séchilienne sur la Romanche.		
Torrent du Bréda à Fond de France	DTG		<i>1969</i>	<i>1983</i>
Torrent du Pleynet à Fond de France	DTG		<i>1962</i>	<i>1983</i>